

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РИСКА РАЗВИТИЯ ПРОЛАПСА ТАЗОВЫХ ОРГАНОВ У ЖЕНЩИН

А.В. Галкин¹, Н.Г. Галкина^{2,4}, О.И. Каганов^{3,4}, Н.С. Карамышева², Е.А. Калинина⁴, И.С. Шаповалов²

¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко», Пенза;

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», Пенза;

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара;

⁴ Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пенза

Для цитирования: Галкин А.В., Галкина Н.Г., Каганов О.И., Карамышева Н.С., Калинина Е.А., Шаповалов И.С. Искусственные нейронные сети в прогнозировании риска развития пролапса тазовых органов у женщин // Аспирантский вестник Поволжья. – 2020. – № 5–6. – С. 132–137. DOI: <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.3.132-137>

Поступила: 10.06.2020

Одобрена: 19.08.2020

Принята: 14.09.2020

▪ Цель исследования — оценка возможности применения искусственной нейронной сети в прогнозировании пролапса тазовых органов. 180 пациенток были отобраны из урологической базы данных, из них 62 имели пролапс тазовых органов, у 118 — пролапс не был выявлен. Анализ данных включал обучение искусственной нейронной сети (ИНС), выбор переменных и внешнюю проверку модели с независимым набором данных. В результате наиболее важными факторами риска / предикторами развития пролапса тазовых органов явились: количество родов, количество беременностей, хроническая обструктивная болезнь легких, пролапс клапанов сердца, а также добавочные хорды, недержание мочи до/после родов, индекс массы тела. ИНС потенциально могут играть роль в принятии решений о разработке профилактических мероприятий, направленных на предупреждение развития пролапса тазовых органов.

▪ **Ключевые слова:** факторы риска; пролапс тазовых органов; прогнозирование; искусственная нейронная сеть.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK IN PREDICTION OF PELVIC ORGAN PROLAPSE

A.V. Galkin¹, N.G. Galkina^{2,4}, O.I. Kaganov^{3,4}, N.S. Karamysheva², E.A. Kalinina⁴, I.S. Shapovalov²

¹ Penza Regional Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, Penza, Russia;

² Penza State University, Penza, Russia;

³ Samara State Medical University, Samara, Russia;

⁴ Penza Extension Course Institute for Medical Practitioners, the Branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Penza, Russia

For citation: Galkin AV, Galkina NG, Kaganov OI, Karamysheva NS, Kalinina EA, Shapovalov IS. Artificial neural network in prediction of pelvic organ prolapse. *Aspirantskiy Vestnik Povolzh'ya*. 2020;(5-6):132–137. DOI: <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.3.132-137>

Received: 10.06.2020

Revised: 19.08.2020

Accepted: 14.09.2020

▪ The aim of this study was to assess the possibility of using an artificial neural network in predicting pelvic organ prolapse. 180 patients were selected from the urological database, of which 62 had pelvic organ prolapse, in 118 cases prolapse was not detected. Data analysis was carried out with the use of the artificial neural network (ANN). As a result, the most important risk factors or predictors for the development of pelvic organ prolapse include the number of births, the number of pregnancies, chronic obstructive pulmonary disease, prolapse of the heart valves, as well as accessory chords, urinary incontinence before/after childbirth, BMI. Artificial neuron network can potentially be useful in decision-making on the development of preventive measures aimed at the prophylaxis of pelvic organ prolapse.

▪ **Keywords:** risk factors; pelvic organ prolapse; prediction; artificial neural network.

Введение

Распространенность пролапса тазовых органов варьирует от 2 до 94 % [8], в структуре гинекологической патологии в России составляет 28–40 % [2]. Пролапс органов малого таза имеет прогрессирующее и рецидивирующее течение, поэтому поиск наиболее часто и достоверно встречающихся факторов риска поможет избежать развития такой медико-социальной проблемы, как пролапс, и наметить в дальнейшем пути профилактики развития данной патологии.

Пролапс органов малого таза считается многофакторным заболеванием, в котором первостепенную роль занимает нарушение синергизма мышц тазового дна, передней брюшной стенки, диафрагмы, повреждение и растяжение мышц тазового дна, врожденные и приобретенные нарушения в процессах иннервации, разрывы промежности в родах [5]. Повреждение данных структур может происходить в процессе родов, гистерэктомии, хронического повышения внутрибрюшного давления или при гормональном дисбалансе, что может стать предиктором пролапса органов малого таза [4].

По данным изученной нами литературы, к наиболее изученным факторам риска пролапса органов малого таза относятся: возраст, избыточная масса тела, роды естественным путем, патология родовой деятельности, гистерэктомия, дисплазия соединительной ткани [4].

Пролапс органов малого таза чаще встречается среди пожилых женщин [8], но есть случаи и у нерожавших молодых женщин (2 %) [5]. Пролапс органов малого таза у женщин в возрастной группе 20–29 лет встречается в 6,6 % случаев, в группе 50–59 лет — в 55,6 % [23]. С каждой последующей декадой жизни распространенность пролапса возрастает примерно на 40 % [4].

Внутрибрюшное давление, поддерживаемое в брюшной полости, постоянно воздействует на внутренние органы, включая мочевой пузырь и проксимальные две трети уретры. Хронические заболевания кишечника и легких провоцируют опущение и выпадение органов малого таза [4].

Изменения в метаболизме коллагена могут быть связаны с пролапсом органов малого таза. Это прослеживается на примере взаимосвязи варикозного расширения вен и гипермобильности суставов с пролапсом [16]. Исходя из этого, можно предположить, что все изменения в организме, основанные на изменении в структуре коллагена, могут иметь общую

этиологию с пролапсом органов малого таза. Наиболее характерно для данной патологии общее снижение экспрессии генов коллагена, что приводит к ослаблению поддерживающей функции тазового дна, так как особенностью тазовой фасции является наличие коллагена, эластина и гладкомышечных волокон [1].

Пролапсом гениталий страдают не только неоднократно рожавшие женщины, но и женщины, имеющие в анамнезе одни неосложненные роды. Возможно, это связано с несостоятельностью мышц тазового дна, которую некоторые авторы рассматривают как разновидность грыжи, обосновывая это тем, что вероятность пролапса органов малого таза выше у пациентов, имеющих грыжи другой локализации [4].

На основании экспериментального изучения биофизических свойств передней стенки влагалища и прямой фасции было выявлено, что имеет место и наследственное расстройство биофизических свойств тканей [15]. Риск развития опущения органов малого таза повышен у женщин, которые имеют в анамнезе наличие пролапса у матери или сестры. По данным литературы, частота семейной формы пролапса составляет 30 %. А такое заболевание, как синдром Марфана, ассоциировано с пролапсом гениталий, развивающимся преимущественно в молодом возрасте [4].

Одним из ключевых факторов риска развития пролапса органов малого таза являются роды через естественные родовые пути, причем существует прямая связь между количеством родов и процентом распространенности пролапса: у однократно рожавших женщин — 2,8 %, после двух родов — 4,1 %, в случаях трех и более родов — до 5,3 % [20]. Каждые последующие роды увеличивают риск прогрессии пролапса на 10–20 % [23]. Вероятность развития пролапса гениталий увеличивается в 8 раз после двух родов, в 12 раз — после четырех и более [4]. Помимо этого, важную роль играют не сами роды через естественные родовые пути, а их осложнения [12, 22].

Существует такой возможный фактор риска, как гормональные нарушения. По данным литературы, более низкий риск развития пролапса имеют женщины, получающие заместительную гормональную терапию, так как синтез и распад коллагена зависят от уровня женских половых гормонов [18].

Нерешенным остается вопрос о связи пролапса органов малого таза у женщин после гистерэктомии. Исследование Oxford Family Planning Study демонстрирует, что частота хирургических коррекций пролапса в группе женщин после гистерэктомии равняется

29 : 1000 в год против 16 : 1000 в год в группе женщин с сохранной маткой. В противоположность этим данным есть исследования, показывающие, что распространенность пролапса в группе с сохранной маткой значительно превышала аналогичный показатель среди женщин, перенесших гистерэктомию [4].

В настоящее время наиболее распространенное показание к гистерэктомии у женщин в менопаузе — пролапс тазовых органов [17]. Оперативное лечение является основным видом терапии данной патологии, хотя частота рецидивов в послеоперационном периоде может достигать 70 % [25].

В связи с этим все больше внимания уделяется профилактике развития пролапса. В настоящее время не существует валидных стратегий профилактики пролапса тазовых органов, что делает весьма актуальной необходимость разработки мероприятий, направленных на это.

Методы машинного обучения за последние годы значительно прогрессировали и теперь они могут дать представление о моделировании и прогнозировании заболеваний [9]. Искусственные нейронные сети (ИНС) используются в современной медицине для диагностики ишемической болезни сердца, тромбоемболии легочной артерии, аденомы паращитовидной железы, болезни Альцгеймера и многих других заболеваний [22]. ИНС имеют возможность классифицировать пациентов в соответствии с их риском конкретного заболевания, не испытывая ограничений, особенно в случае, когда взаимосвязь зависимых и независимых переменных либо сложна, либо неизвестна, как в случае пролапса тазовых органов [6]. ИНС была исследована по сравнению с традиционным моделированием линейной регрессии и показала превосходство как минимум в одной трети случаев [11].

Цель исследования — оценить возможность использования нейросетевого моделирования в прогнозировании развития пролапса тазовых органов у женщин.

Материалы и методы

Настоящее исследование является ретроспективным исследованием случай-контроль с участием 180 женщин.

Данные в этом исследовании были собраны из базы данных пациенток, обратившихся на прием к урологу ГРУЗ «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко» в период с июня 2018 г. по март 2020 г. Каждой пациентке предостав-

лялась для заполнения анкета-опросник, содержащая вопросы на выявление факторов риска развития пролапса тазовых органов; собирался демографический, акушерский, гинекологический и хирургический анамнез; проводилось физикальное обследование, включающее в себя обязательный осмотр на урогинекологическом кресле. При обследовании для определения пролапса тазовых органов все пациентки находились в положении дорсальной литотомии, оценка проводилась с пробой Вальсальвы (при максимальном натуживании) [14].

Сбор анамнеза проводился с использованием разработанной нами анкеты-опросника для выявления факторов риска развития пролапса тазовых органов у женщин. Анкета составлялась на основании литературных источников и включала вопросы, направленные на выявление следующих данных: недержание мочи до/после родов, раса, индекс массы тела (ИМТ), количество беременностей, количество родов, крупный плод, удлинение второго периода родов, применение эпидуральной анестезии, акушерские пособия (наложение щипцов), операции на органах малого таза, гистерэктомия, травмы органов малого таза, хронические запоры, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), инфекции нижних мочевых путей (ИНМП), систематический подъем тяжести, наличие менопаузы, возраст возникновения менопаузы, недержание мочи до/после менопаузы, дисгормональные нарушения, период времени между гистерэктомией и пролапсом, пролапс клапанов сердца, а также добавочные хорды, варикозное расширение вен, аневризмы сосудов, миопия, подвывих или уплощение хрусталика, эмфизема, поликистоз легких, дискинезия желчевыводящих путей (ДЖВП), рефлюксы желудочно-кишечного тракта, нефроптоз, аномалии расположения почек, грыжи передней брюшной стенки.

Контрольную группу составили 118 женщин (65,6 %), не имевшие признаков пролапса тазовых органов (стадия 0 по классификации POP-Q); у 62 пациенток (34,4 %) выявлен пролапс тазовых органов.

Результаты исследования

Все статистические расчеты проводились с использованием TIBCO Software Inc., Statistica (программный комплекс анализа данных), версия 13 (Пало-Альто, Калифорния, США, 2017, <http://statistica.io>), включающего программный эмулятор искусственных нейронных сетей.

Сравнительная характеристика групп пациенток
Comparative characteristics of patients' groups

Параметры	Пролапс гениталий (n = 62)	Отсутствие пролапса гениталий (n = 118)	p
Возраст, лет	63,1 ± 9,7	59,3 ± 11,6	>0,5
Индекс массы тела, кг/м ²	29,4 ± 5,0	29,7 ± 6,7	>0,5
Возраст наступления менопаузы, лет	48,2 ± 4,4	49,4 ± 5,1	>0,5

Сравнительный анализ количественных характеристик групп пациенток (с пролапсом гениталий и без него) с использованием критерия Стьюдента не выявил статистически значимой разницы между ними (см. таблицу).

Для разработки ИНС использовались переменные: количество беременностей, количество родов, сроки появления пролапса гениталий после родов (лет), крупный плод, удлинение второго периода родов, применение эпидуральной анестезии, акушерские пособия (наложение щипцов), операции на органах малого таза, гистерэктомия, травмы органов малого таза, хронические запоры, ХОБЛ, ИНМП, систематический подъем тяжести, наличие менопаузы, возраст возникновения менопаузы, недержание мочи до/после менопаузы, дисгормональные нарушения, период времени между гистерэктомией и пролапсом (лет), наследственность в отношении пролапса, пролапс клапанов сердца, а также добавочные хорды, варикозное расширение вен, аневризмы сосудов, миопия, подвывих или уплощение хрусталика, эмфизема, поликистоз легких, ДЖВП, рефлюксы желудочно-кишечного тракта, нефроптоз, аномалии расположения почек, грыжи передней брюшной стенки.

В итоге была построена ИНС прямого распространения с функцией многослойного персептрона. Архитектура с прямой связью устанавливает, что соединения в сети перенаправляются от входного уровня к выходному без какой-либо петли обратной связи. Входной слой содержит предикторы. Скрытые слои содержат ненаблюдаемые узлы или единицы. Выходной слой содержит ответы. Для разработки ИНС было использовано три выборки данных (тренировочная, тестовая и контрольная). Данные для выборок случайным образом распределялись между обучающей группой (70,0 %), тестовой группой (15,0 %) и контрольной группой (15,0 %).

В результате анализа данных на основе искусственных нейронных сетей программой Statistica была получена таблица "Sensitivity analysis", в которой можно наблюдать

сортировку факторов по важности влияния на наличие болезни. Коэффициенты важности были получены для трех наиболее эффективных сетей, после чего подсчитано их среднее значение, на основе которого и сортировались имеющиеся факторы. Наиболее важными факторами риска / предикторами развития пролапса тазовых органов считались: количество родов, количество беременностей, ХОБЛ, пролапс клапанов сердца, а также добавочные хорды, недержание мочи до/после родов, ИМТ. Остальные переменные не показали значимого влияния на развитие заболевания.

Обсуждение результатов

К настоящему времени проведено достаточно много исследований, описывающих факторы риска развития пролапса гениталий и демонстрирующих различную прогностическую их ценность [3, 7, 10, 24, 26, 27]. Применение методов машинного обучения, в частности — ИНС, демонстрирует превосходство этого нового подхода со стандартными методами моделирования множественной переменной логистической регрессии (МЛР) [13, 17]. В сравнительных исследованиях применения ИНС и МЛР, выполненных с использованием одних и тех же данных, обнаружено, что ИНС превосходит МЛР в 33 % случаев [6].

Учитывая отсутствие адекватного понимания независимых переменных, связанных с пролапсом тазовых органов и развитием этого заболевания, ИНС является отличным методом для дальнейшего изучения потенциальных факторов риска и развития пролапса тазовых органов [19, 21]. Учитывая это потенциальное преимущество, применение ИНС для понимания сложных отношений между независимыми переменными и результатом оправдано. Требуется продолжение исследования с увеличением числа участвующих в нем пациенток.

Наше исследование демонстрирует способность тренировать и использовать ИНС для прогнозирования пролапса тазовых органов с использованием независимых переменных.

ИНС потенциально могут играть роль в принятии решений о разработке профилактических мероприятий, направленных на предупреждение развития пролапса тазовых органов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Боташева Д.А., Адамян Л.В., Данилов А.Ю. Генетические и ферментативные маркеры пролапса гениталий. Новые технологии в диагностике и лечении гинекологических заболеваний / под ред. Г.Т. Сухих, Л.В. Адамян. – М.: МЕДИ Экспо, 2010. [Botasheva DA, Adamjan LV, Danilov AJ. Geneticheskie i fermentativnye markery prolapsa genitalij. Novye tehnologii v diagnostike i lechenii ginekologicheskikh zabolevanij. Ed by. G.T. Suhij, L.V. Adamjan. Moscow: MEDI Jekspo; 2010. (In Russ.)]
2. Вишневецкий Д.А., Касян Г.Р., Тупикина Н.В., Пушкарь Д.Ю. Применение новых видов синтетических протезов для оперативного лечения тазового пролапса с учетом локализации дефекта // Материалы XIX конгресса Российского общества урологов; Сентябрь 19-21, 2019; Ростов-на-Дону. 328 с. [Vishnevskij DA, Kasjan GR, Tupikina NV, Pushkar DJ. Primenenie novyh vidov sinteticheskikh protezov dlja operativnogo lechenija tazovogo prolapsa s uchetom lokalizacii defekta. Proceeding of the XIX congress Rossijskogo obshchestva urologov; 2019 sep 19-21; Rostov-na-Donu. (In Russ.)]
3. Краснопольская И.В., Попов А.А., Горина Н.В. и др. Экспрессия генов белков метаболизма коллагена в парауретральной соединительной ткани у женщин с недержанием мочи и пролапсом органов малого таза // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2015. – Т. 15. – № 6. – С. 36–41. [Krasnopol'skaja IV, Popov AA, Gorina NV, et al. Gene expression of collagen metabolic proteins in the paraurethral connective tissue of women with urinary incontinence and small pelvic organ prolapse. *Rossijskij vestnik akushera-ginekologa*. 2015;15(6):36–41. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/rosakush201515636-41>.
4. Малхасян В.А., Абрамян К.Н. Эпидемиология, патогенез и факторы риска пролапса гениталий у женщин: обзор зарубежной литературы // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2011. – № 1. – С. 9–13. [Malhasyan VA, Abramyan KN. Epidemiology, pathophysiological mechanisms and risk factors for female genital prolapse: foreign literature review. *Tihookeanskij medicinskij zhurnal*. 2011;(1):9–13. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/rosakush2011717137-45>.
5. Шнейдерман М.Г., Аполихина И.А. Пессарии – новые модели и новые возможности // Медицинский совет. – 2013. – № 6. – С. 102–105. [Shnejderman MG, Apolihina IA. Pessaries – new models and new opportunities. *Medical Council*. 2013;6:102–105. (In Russ.)]
6. Almeida JS. Predictive non-linear modeling of complex data by artificial neural networks. *Curr Opin Biotechnol*. 2002;13(1):72–76. [https://doi.org/10.1016/s0958-1669\(02\)00288-4](https://doi.org/10.1016/s0958-1669(02)00288-4).
7. Asresie A, Admassu E, Setegn T. Determinants of pelvic organ prolapse among gynecologic patients in Bahir Dar, North West Ethiopia: a case-control study. *Int J Womens Health*. 2016;8:713–719. <https://doi.org/10.2147/IJWH.S122459>.
8. Brækken IH, Majida M, Engh ME, et al. Pelvic floor function is independently associated with pelvic organ prolapsed. *BJOG*. 2009;116(13):1706–1714. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2009.02379.x>.
9. Checcucci E, Autorino R, Cacciamani G. Artificial intelligence and neural networks in urology: current clinical applications. *Minerva Urol Nefrol*. 2020;72(1):49–57. <https://doi.org/10.23736/S0393-2249.19.03613-0>.
10. Connell KA, Guess MK, Chen H, et al. HOXA11 is critical for development and maintenance of uterosacral ligaments and deficient in pelvic prolapsed. *J Clin Invest*. 2008;118(3):1050–1055. <https://doi.org/10.1172/JCI34193>.
11. Dreiseitl S, Ohno-Machado L. Logistic regression and artificial neural network classification models: a methodology review. *J Biomed Inform*. 2002;35(5-6):352–359. [https://doi.org/10.1016/s1532-0464\(03\)00034-0](https://doi.org/10.1016/s1532-0464(03)00034-0).
12. Geelen HV, Ostergard D, Sand P. A review of the impact of pregnancy and childbirth on pelvic floor function as assessed by objective measurement techniques. *Int Urogynecol J*. 2018;29(3):327–338. <https://doi.org/10.1007/s00192-017-3540-z>.
13. Grobman WA, Stamilio DM. Methods of clinical prediction. *Am J Obstet Gynecol*. 2006;194(3):888–894. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2005.09.002>.
14. Haylen BT, de Ridder D, Freeman RM, et al. An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. *Int Urogynecol J*. 2010;21(1):5–26. <https://doi.org/10.1007/s00192-009-0976-9>.
15. Kondo A, Narushima M, Yoshikawa Y, Hayashi H. Pelvic fascia strength in women with stress urinary incontinence in comparison with those who are continent. *Neurourol Urodyn*. 1994;13(5):507–513. <https://doi.org/10.1002/nau.1930130502>.
16. Lammers K, Sabrina LL, Marian AS, van Kempen L. Pelvic organ prolapse and collagen-associated disorders. *Int Urogynecol J*. 2012;23(3):313–319. <https://doi.org/10.1007/s00192-011-1532-y>.
17. Mant J, Painter R, Vessey M. Epidemiology of genital prolapse: observations from the Oxford Family Planning Association Study. *Br J Obstet Gynaecol*. 1997;104(5):579–585. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1997.tb11536.x>.
18. Moalli PA, Ivy SJ, Meyn LA, Zyczynski HM. Risk factors associated with pelvic floor disorders in women undergoing surgical repair. *Obstet Gynecol*.

- 2003;101(5):869–874. [https://doi.org/10.1016/s0029-7844\(03\)00078-4](https://doi.org/10.1016/s0029-7844(03)00078-4).
19. Robinson C, Swift S, Johnson D, Almeida JS. Prediction of pelvic organ prolapsed using an artificial neural network. *Am J Obstet Gynecol.* 2008;199(2):193.e1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2008.04.029>.
 20. Rortveit G, Brown JS, Thom DH, et al. Symptomatic pelvic organ prolapse: prevalence and risk factors in a population-based, racially diverse cohort. *Obstet Gynecol.* 2007;109(6):1396–1403. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000263469.68106.90>.
 21. Salvatore S, Serati M, Siesto G, et al. Correlation between anatomical findings and symptoms in women with pelvic organ prolapse using an artificial neural network analysis. *Int Urogynecol J.* 2011;22(4):453–459. <https://doi.org/10.1007/s00192-010-1300-4>.
 22. Świątlik D, Białowąs J. Application of artificial neural networks to identify alzheimer's disease using cerebral perfusion SPECT Data. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(7):1303. <https://doi.org/10.3390/ijerph16071303>.
 23. Swift SE, Pound T, Dias JK. Case-control study of etiologic factors in the development of severe pelvic organ prolapse. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2001;12(3):187–192. <https://doi.org/10.1007/s001920170062>.
 24. Tegerstedt G, Miedel A, Maehle-Schmidt M, et al. Obstetric risk factors for symptomatic prolapse: a population-based approach. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;194(1):75–81. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2005.06.086>.
 25. Versi E, Harvey M, Cardozo L, et al. Urogenital prolapsed and atrophy tmenopause: A Prevalence study. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2001;12(2):107–110. <https://doi.org/10.1007/s001920170074>.
 26. Weber AM, Walters MD, Piedmonte MR, Ballard LA. Anterior colporrhaphy: A randomized trial of three surgical techniques. *Am J Obstet Gynecol.* 2001;185(6):1299–1306. <https://doi.org/10.1067/mob.2001.119081>.
 27. Yen JH, Khayrullina T, Ganea D. PGE2-induced metalloproteinase-9 is essential for dendritic cell migration. *Blood.* 2008;111(1):260–270. <https://doi.org/10.1182/blood-2007-05-090613>.

▪ Информация об авторах

Алексей Викторович Галкин — врач-уролог отделения урологии. ГБУЗ «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко», Пенза. E-mail: galkin81@inbox.ru.

Наталья Геннадиевна Галкина — кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургии. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза; доцент кафедры онкологии и урологии. Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Пенза. E-mail: natalya-galkina@mail.ru.

Олег Игоревич Каганов — доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры онкологии. ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара; заведующий кафедрой онкологии и урологии. Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Пенза. E-mail: o.i.kaganov@samsmu.ru.

Надежда Сергеевна Карамышева — кандидат технических наук, доцент кафедры вычислительной техники. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза. Email: karamyshevans@yandex.ru.

Екатерина Александровна Калинина — клинический ординатор кафедры онкологии и урологии. Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Пенза. E-mail: ekaterinaa.kalinina@yandex.ru.

Игорь Сергеевич Шаповалов — магистрант кафедры вычислительной техники. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза. Email: shapovalov.shap@yandex.ru.

▪ Information about the authors

Alexey V. Galkin — Urologist of the Department of Urology. Penza Regional Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, Penza, Russia. E-mail: galkin81@inbox.ru.

Natalya G. Galkina — Candidate of Medical Sciences, Associate professor of the Department of Surgery. Penza State University, Penza, Russia; Associate professor of the Department of Oncology and Urology. Penza Extension Course Institute for Medical Practitioners, the Branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Penza, Russia. E-mail: natalya-galkina@mail.ru.

Oleg I. Kaganov — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Oncology. Samara State Medical University, Samara, Russia; Head of the Department of Oncology and Urology. Penza Extension Course Institute for Medical Practitioners, the Branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Penza, Russia. E-mail: o.i.kaganov@samsmu.ru.

Nadezhda S. Karamysheva — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Engineering. Penza State University, Penza, Russia. Email: karamyshevans@yandex.ru.

Ekaterina A. Kalinina — Resident physician, Department of Oncology and Urology. Penza Extension Course Institute for Medical Practitioners, the Branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Penza, Russia. E-mail: ekaterinaa.kalinina@yandex.ru.

Igor S. Shapovalov — Master's Degree Student, Department of Computer Engineering. Penza State University, Penza, Russia. E-mail: shapovalov.shap@yandex.ru.